

KAJIAN INTENSITAS HUJAN DENGAN DEBIT BANJIR SERTA INTEGRASI DENGAN SISTEM INFORMASI BENCANA (STUDI KASUS DAS DINOYO KECAMATAN PANTI KABUPATEN JEMBER)

Silvi Yustitia Eka Pratiwi¹, Nanang Saiful Rizal, ST., MT, Ir. Totok Dwi Kuryant., MT³
Universitas Muhammadiyah Jember^{1,2,3}

ABSTRAK

Banjir merupakan peristiwa alam yang sangat sering terjadi. Hal ini terjadi karena perubahan iklim global, perubahan tata guna lahan yang sangat ekstrim dan kurangnya sistem informasi kebencanaan. Banjir bandang di Kecamatan Panti pada tanggal 31 Desember 2005 dan 1 Januari 2006 telah merenggut korban jiwa sebanyak 73 orang, 7605 jiwa diungsikan, merusak rumah sejumlah 385 buah serta beberapa fasilitas umum. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara curah hujan, intensitas, debit banjir, tinggi air, kecepatan aliran dan status kebencanaan yang disandang dengan mengintegrasikan curah hujan serta debit banjir menggunakan modifikasi stasiun penakar hujan. Metode yang digunakan untuk mencari debit dalam penelitian ini adalah Hidrograf Banjir metode Nakayasu. Dari hasil perhitungan didapatkan debit pada saat banjir bandang adalah 157,66 m³/dt dengan kecepatan aliran 2,686 m/dt sehingga daya tampung dari sungai mengalami kelebihan kapasitas dari debit sungai normal yakni 133,454 m³/dt. Dari hasil pengolahan data oleh sensor hujan dan mikrokontroler didapatkan tampilan pada komputer berupa tinggi curah hujan dan status kebencanaan yang disandang.

Kata kunci : Banjir, Debit, Status Kebencanaan

ABSTRACT

Floods are natural events were very frequent. This occurs because of global climate change, changes in land use are extreme and the lack of disaster information system. Panti flash floods in the district on December 31, 2005 and January 1, 2006 has claimed the deaths of 73 people, 7605 inhabitants were evacuated, damaging 385 houses a number of fruit and some public facilities. The aim of this study was to determine the relationship between rainfall, intensity, flood discharge, water level, flow velocity and the status of disaster that carried by integrating rainfall and flood discharge using a graduated station modifications rain. The method used to seek discharge in this study is a flood hydrograph Nakayasu method. From the calculation results obtained when the flood discharge is 157.66 m³ / sec with a flow rate of 2.686 m / sec so that the capacity of the river to experience excess capacity from the normal river discharge 133.454 m³ / sec. From the results of data processing by the rain sensor and microcontroller available on the computer display in the form of high rainfall and carried the status of disaster.

Keywords: Flood, Discharge, Disaster Status

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir merupakan peristiwa alam yang kerap terjadi. Hal ini disebabkan oleh pembalakan liar dan peralihan fungsi hutan yang semulanya untuk menyimpan cadangan air menjadi ladang dan lahan pertanian. Banjir terjadi pada saat penjumlahan air terhadap tanah

sehingga terjadi peningkatan aliran permukaan (surface runoff).

Tanggal 31 Desember 2005 dan 1 Januari 2006 terjadi bencana alam yang menimpa pada 11 (sebelas) wilayah kecamatan, yakni, Kecamatan Tanggul, Arjasa, Sukorambi, Panti, Rambipuji, Patrang, Kaliwates, Wuluhan, Balung, Puger, dan Sumberjambe. Dari 11

wilayah tersebut, 1 (satu) wilayah yang paling parah terkena banjir (banjir bandang), yaitu Kecamatan Panti, sedangkan untuk 10 wilayah kecamatan lainnya masuk dalam kategori musibah ringan (BPBD Kabupaten Jember)

Menurut BPBD Kabupaten Jember, bencana alam banjir Panti 2006 telah merenggut nyawa sebanyak 73 orang dan jumlah penduduk yang diungsikan sebanyak 7605 jiwa. Jumlah rumah yang rusak sebanyak 385 buah dan merusak beberapa fasilitas umum seperti jembatan, puskesmas, masjid.

Banjir bandang yang mengakibatkan jatuhnya korban jiwa dan rusaknya sebagian besar sarana dan prasarana di Kecamatan Panti ini merupakan akibat dari kurangnya sistem informasi kebencanaan berupa sistem informasi peringatan dini terhadap bencana banjir sehingga pada saat hujan yang cukup deras melanda di wilayah ini dan berpotensi mengakibatkan banjir menyebabkan warga tidak sempat menyelamatkan diri dengan cepat.

Upaya pengurangan resiko bencana dan rencana kontijensi sangat dibutuhkan untuk meminimalisasi kerusakan dan kerugian yang disebabkan oleh bencana dan kesiapsiagaan saat terjadi dan pasca bencana. Apalagi trend aliran sungai di DAS Bedadung tergolong cepat (Rizal, N. S, 2011). Salah satunya adalah dengan memodifikasi alat stasiun hujan sebagai sistem informasi peringatan dini bencana banjir. Penelitian ini memanfaatkan sensor peringatan dini bencana banjir milik Universitas Muhammadiyah Jember.

Dengan adanya penelitian ini, kita dapat mengetahui hubungan antara curah hujan, debit, tinggi air sungai dan status kebencanaan yang disandang untuk kondisi yang ada pada saat itu.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari Kajian Intensitas Hujan Dengan Debit Banjir Serta Integrasi Dengan Sistem Informasi Bencana (Studi Kasus DAS Dinoyo Kecamatan Panti Kabupaten Jember) ini adalah :

1. Berapa hasil konversi data hujan menjadi debit banjir menggunakan Hidrograf Banjir metode Nakayasu?
2. Bagaimana hubungan antara debit banjir dengan status bencana?
3. Bagaimana sistem atau cara kerja alat modifikasi stasiun pengukur hujan sebagai sensor peringatan dini bencana banjir ?

Batasan Masalah

Batasan masalah dalam kegiatan penelitian ini adalah :

1. Tidak membahas detail pembuatan dan RAB alat sensor
2. Mencari data yang hilang dengan metode Normal Ratio Method.
3. Menghitung curah hujan rerata daerah menggunakan metode Rata – Rata Aljabar.
4. Menghitung intensitas hujan menggunakan Rumus Mononobe.
5. Untuk kajian analisa menggunakan pendekatan KRB Sempadan Sungai.
6. Panjang sungai utama mengambil sungai terpanjang.
7. Tidak menghitung besaran tanah yang longsor akibat banjir bandang.
8. Perhitungan debit, tinggi air, kecepatan aliran dan pengambilan status kebencanaan hanya berdasarkan data curah hujan harian dan data tata guna lahan.
9. Dalam pengambilan status kebencanaan hanya menggunakan empat macam keadaan (Aman, Waspada, Siaga dan Banjir).

Tujuan Penelitian

Tujuan dari kajian model sistem informasi peringatan dini banjir ini adalah

1. Menganalisa hubungan antara curah hujan, debit banjir dan status bencana.
2. Mengaplikasikan hubungan antara curah hujan, debit banjir dan status bencana untuk diterapkan pada sensor
3. Mengintegrasikan hasil hubungan antara curah hujan dan debit banjir menggunakan alat sensor sebagai alat peringatan dini bencana banjir.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Bagi Instansi terkait, penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat untuk pengurangan dan pencegahan dini bencana banjir.
2. Bagi akademik, dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi bagi peneliti lainnya khususnya sehingga dapat berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan dimasa kini bahkan dimasa mendatang

3. Menambah wawasan dan pengalaman sebagai penerapan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh pendidikan pada Jurusan Teknik Sipil.
4. Sebagai tugas akhir untuk menuntaskan jenjang sarjana

Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Panti
2. Sungai utama yang diteliti adalah sungai dinoyo.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam. Secara khusus hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas permukaan maupun di bawah permukaan tanah. Secara luas hidrologi meliputi pula berbagai bentuk cair termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah (Soemarto, CD : 1995).

Hujan

Hujan adalah peristiwa jatuhnya air/es dari atmosfer ke permukaan bumi dan atau laut. Sebagian dari air tersebut akan meresap kedalam tanah (terinfiltrasi) sedangkan selebihnya akan melimpas dan sebagian lainnya akan menguap lagi untuk melanjutkan proses hidrologi.

Memperkirakan Data Yang Hilang

Cara ini digunakan ketika terdapat kesalahan atau kekurangan kelengkapan data dan banyaknya bagian – bagian yang hilang atau rusak. Hal ini tentu sangat mengganggu dan menyulitkan ketika akan mengolah data tersebut.

Curah Hujan

Curah hujan adalah volume air yang jatuh pada suatu areal tertentu. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan.

Intensitas

Intensitas hujan dihitung menggunakan rumus Mononobe karena data yang tersedia adalah data hujan harian.

Tata Guna Lahan

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien liran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 sampai 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C = 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan. Pada DAS yang masih baik harga C mendekati nol dan semakin rusak suatu DAS maka harga C makin mendekati satu (Suripin, 2004 : 77)

Banjir

Banjir adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan merendam daratan (Wikipedia).

Debit

Debit sungai adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang lintang pada suatu titik tertentu per satuan waktu, pada umumnya dinyatakan m³/detik.

Alat Penakar Hujan Manual

Alat penakar hujan biasa ini berupa sebuah corong dan botol penampung yang berada didalam silinder. Ditempatkan pada lapangan terbuka. Alat ini hanya dapat memberi informasi tentang kedalaman hujan, tetapi kederasan (intensitas) dan durasi hujan tidak dapat diketahui.

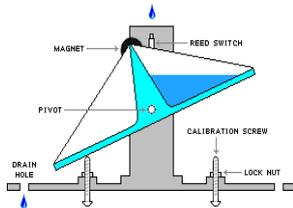


Gambar 1. Alat Penakar Hujan Manual

Tipping Bucket

Penakar hujan tipping bucket adalah penakar hujan otomatis yang berbentuk seperti jungkat – jungkit. Artinya pada saat sisi satu dari jungkat - jungkit menerima atau terisi air dalam jumlah kapasitas tertentu, maka salah satu sisi jungkat – jungkit tersebut akan secara

bergantian menampung air yang masuk melalui corong.



Gambar 2. Sistem penangkap hujan tipe tipping bucket

Sensor Magnetik

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut Transduser (*Wikipedia*).

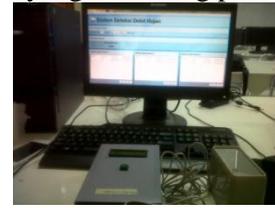
Mikrokontroler

Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program. Keuntungan menggunakan mikrokontroler yaitu harganya murah, dapat diprogram berulang kali dan dapat kita program sesuai dengan keinginan kita (*Heri, 2013 : 1*)

Konsep Peringatan Dini Banjir

Sistem dari sensor peringatan dini bencana banjir ini terdiri dari tipping bucket, sensor magnet, mikrokontroler arduino dan PC. Ketika hujan turun dan mengisi tipping bucket, maka secara otomatis pada saat tipping bucket penuh dengan volume 20 ml. Bucket akan turun dan jungkit yang satunya akan naik. Pada saat waktu peralihan antara jungkit satu dengan yang lainnya, maka magnet yang berada di sekitar jungkit – jungkit akan memicu sensor. Di komponen sensor terdapat reedswitch yang berfungsi ketika ada magnet yang berdekatan dengan switch maka dia akan terhubung untuk memberitahukan bahwa bucket telah penuh dan beralih dengan bucket satunya. Setiap satu kali switch terhubung, maka akan mengirim satu pulsa. Ketika switch terhubung, maka akan ada tegangan sebesar 5V dan ketika mati akan ada tegangan yang masuk ke mikrokontroler sebesar 0V. Saat mikrokontroler dihidupkan, maka alat tersebut berfungsi sebagai pengolah data dari sensor menjadi sebuah informasi yang kemudian ditampilkan kedalam LCD dalam bentuk kondisi pengisian saat ini dimana 1 ml di mikrokontroler mewakili 20 ml volume dari tipping bucket. Kemudian data dari mikrokontroler akan dikirim ke PC dengan menggunakan modem yang sudah berada di

dalam mikrokontroler untuk mengetahui status kebencanaan yang disandang pada saat itu.

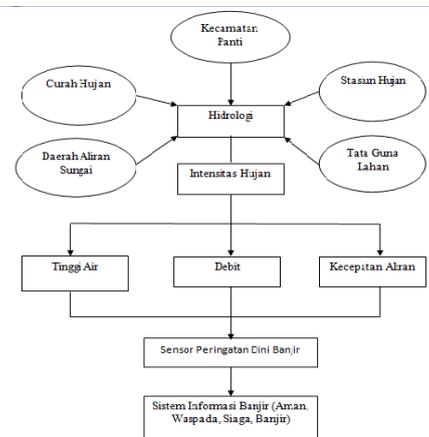


Gambar 3. Sensor peringatan dini bencana banjir

KERANGKA KONSEP PENELITIAN DAN HIPOTESIS

Kerangka Konsep Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dijelaskan diatas, maka dapat kita dapatkan kerangka konsep penelitian sebagai berikut :



Gambar 4. Kerangka Konsep Penelitian

Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian serta kerangka konsep penelitian yang telah dijelaskan diatas, maka dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut :

1. Mendapatkan hubungan antara curah hujan, debit banjir dan pengambilan status kebencanaan yang akan disandang.
2. Menggunakan nilai curah hujan di wilayah penelitian untuk menghasilkan nilai debit sebagai acuan pengambilan status kebencanaan yang akan diterapkan pada sensor peringatan dini banjir
3. Setelah mengetahui berapa curah hujan yang kemudian di hitung dan mendapatkan nilai intensitas hujan, kecepatan aliran dan tinggi muka air pada sungai yang kita teliti, kita dapat mengetahui status kebencanaan

yang disandang dengan mengintegrasikan hasil perhitungan dengan sensor peringatan dini banjir.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di laksanakan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Dinoyo di Desa Glagahwero Kecamatan Panti Kabupaten Jember.



Gambar 5. Lokasi Penelitian dan hasil identifikasi wilayah bencana

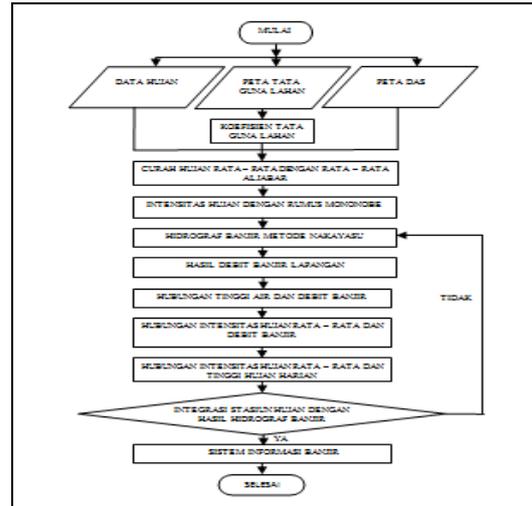
Tahapan Penelitian

- Data teknis yang dibutuhkan :
 - a. Data curah hujan harian
 - b. Peta aliran sungai
- Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan tahapan:

 1. Menentukan panjang sungai utama.
 2. Menghitung curah hujan di 3 titik, yakni di Stasiun Hujan Karang Anom, Stasiun Hujan Pono dan Stasiun Hujan Klatakan.
 3. Memperkirakan data yang hilang dengan metode Normal Ratio Method.
 4. Merata – rata curah hujan menggunakan metode Aljabar.
 5. Menghitung intensitas hujan menggunakan Rumus Mononobe.
 6. Mencari koefisien tata guna lahan.
 7. Memperkirakan laju aliran puncak menggunakan Hidrograf Banjir metode Nakayasu.
 8. Menganalisa penampang sungai.
 9. Menganalisa debit banjir hitungan dengan debit banjir di lapangan.
 10. Mencari hubungan antara tinggi air dan debit banjir.
 11. Mencari hubungan antara intensitas hujan rata – rata dan debit banjir.
 12. Mencari hubungan antara intensitas hujan rata – rata dan tinggi hujan harian.
 13. Mencari hubungan antara debit dan status bencana

Rancangan Penelitian



Gambar. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Pada bab ini akan dibahas hasil studi untuk kajian hidrologi berupa data curah hujan harian dari Stasiun Hujan Karang Anom, Stasiun Hujan Pono dan Stasiun Hujan Klatakan selama kurun waktu 10 tahun yang kemudian dianalisa sampai didapatkan debit banjir rancangan dengan menggunakan analisa Hidrograf Banjir Metode Nakayasu yang kemudian dapat diketahui status kebencanaannya dengan mengacu pada analisa penampang sungai.

Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata – Rata

Studi ini menggunakan tiga stasiun hujan. Perhitungan curah hujan harian rata – rata menggunakan metode aljabar. Hal ini sangat memungkinkan karena topografi wilayah panti berupa dataran tinggi dan hanya memiliki tiga stasiun hujan, yaitu Stasiun Hujan Karang Anom, Stasiun Hujan Pono dan Stasiun Hujan Klatakan.

Tabel. Perhitungan hujan maksimum harian rata – rata

Kejadian			Sta Karang Anom	Sta Pono	Sta Klatakan	Hujan Harian Rata 2	Hujan Max Harian Rata 2
Th n	Bln	Tgl					
2005	3	31	88	80	52,	73,4	

					1		
	3	31	88	80	52,1	73,4	73,4
	3	31	88	80	52,1	73,4	
2006	1	1	105	107	178	130,0	
	1	1	105	107	178	130,0	130,0
	1	1	105	107	178	130,0	
2007	12	22	84	83	42	69,7	
	12	22	84	83	42	69,7	69,7
	11	15	73	74	45	64,0	
2008	3	2	97	96	52	81,7	
	3	2	97	96	52	81,7	81,7
	3	14	67	66	97	76,7	
2009	1	31	98	95	121	104,7	
	1	31	98	95	121	104,7	104,7
	1	31	98	95	121	104,7	
2010	5	13	106	95	46	82,3	
	5	13	106	95	95	98,7	98,7
	1	5	95	85	73	84,3	
2011	12	4	106	70	55	77,0	
	4	2	97	98	90	95,0	95,0
	3	29	-	4	160	82,0	
2012	12	27	160	135	98	131,0	
	12	27	160	135	98	131,0	131,0
	12	31	90	95	121	102,0	
2013	11	26	98	90	66	84,7	
	1	23	94	90	43	75,7	88,7
	12	16	80	90	96	88,7	
2014	1	13	96	94	11	67,0	
	1	13	96	94	11	67,0	92,0
	12	1	95	83	98	92,0	

Sumber : Hasil perhitungan

Intensitas Hujan

Intensitas hujan (mm/jam) dihitung menggunakan rumus Mononobe dan di coba – coba dengan curah hujan di Sta. Karang Anom, Sta. Pono dan Sta. Klatakan pada tanggal 1 Januari 2006.



Gambar 6. Alat penakar hujan Sta.Karang Anom



Gambar 7. Alat penakar hujan Sta. Pono



Gambar 8. Alat penakar hujan Sta.Klatakan

Tabel. Intensitas hujan 3 stasiun hujan

t (jam)	Sta. Karang Anom	Sta. Pono	Sta. Klatakan	I
1	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,00	8,67	8,67	17,33
1	8,67	8,67	8,67	26,00
1	8,67	17,33	17,33	43,34
1	17,33	17,33	17,33	52,00
1	17,33	26,00	26,00	69,34
1	26,00	26,00	26,00	78,00
1	26,00	34,67	34,67	95,34
1	34,67	34,67	34,67	104,00
1	36,40	37,09	61,71	135,21

Sumber : Hasil perhitungan

Tata Guna Lahan

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan didapat nilai koefisien C untuk DAS Dinoyo adalah sebesar 0,349 yang diperoleh dengan cara membagi penjumlahan dari hasil perkalian antara luas area keseluruhan dengan koefisien C yang hasilnya dibagi dengan luas area dengan rincian sebagai berikut :

Luas area	=	89.014.500,000 m ²
Hutan	=	72.430.700,000 m ²
Sawah	=	13.787.900,000 m ²
Pemukiman	=	2.795.900,000 m ²

Hidrograf Banjir Metode Nakayasu

Berdasarkan hasil perhitungan, laju aliran puncak dapat didapatkan :

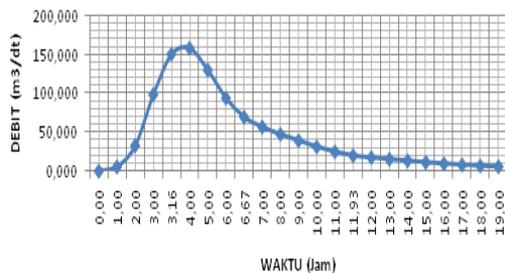
- Data yang dibutuhkan :
 - ✓ A (luas DAS)= 89,015 Km²
 - ✓ L (panjang sungai utama) = 23,36 Km
 - ✓ C (koefisien tata guna lahan) = 0,349

Tabel. Perhitungan debit banjir rencana dengan durasi waktu 3 jam

t	U (t, 1)	t 1 45,068	t 2 28,391	t 3 21,667	Jumlah
jam	m ³ /dt	mm/jam	mm/jam	mm/jam	m ³ /dt
0,00	0,000	0,000			0,000
1,00	0,12	5,527	0,000		5,527
2,00	0,65	29,174	3,482	0,000	32,656
3,00	1,71	77,198	18,378	2,657	98,234
3,16	1,94	87,451	48,632	14,025	150,108
4,00	1,45	65,461	55,091	37,113	157,665
5,00	1,03	46,451	41,238	42,042	129,731
6,00	0,73	32,962	29,263	31,470	93,695
6,67	0,58	26,194	20,765	22,331	69,290
7,00	0,54	24,294	16,501	15,847	56,642
8,00	0,43	19,328	15,304	12,593	47,225
9,00	0,34	15,377	12,176	11,679	39,232
10,00	0,27	12,233	9,687	9,292	31,211
11,00	0,22	9,732	7,706	7,392	24,831
11,93	0,17	7,863	6,131	5,881	19,875
12,00	0,17	7,772	4,953	4,679	17,404
13,00	0,15	6,547	4,896	3,780	15,224
14,00	0,12	5,515	4,125	3,737	13,377
15,00	0,10	4,646	3,474	3,148	11,268
16,00	0,09	3,914	2,927	2,652	9,492
17,00	0,07	3,297	2,466	2,234	7,996
18,00	0,06	2,777	2,077	1,882	6,736
19,00	0,05	2,339	1,750	1,585	5,674
Debit puncak (m³/dt)					157,665

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan didapatkan hidrograf seperti gambar di bawah ini :



Gambar 9. Hidrograf Banjir Nakayasu pada tanggal 1 Januari 2006

Dari hasil analisa metoda hidrograf banjir Nakayasu didapat debit puncak banjir sebesar 157,665 dengan jam puncak 4 jam.

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan Hidrograf Banjir metode Nakayasu, diperlukan data curah hujan rancangan dengan beberapa kala ulang dan menghitung curah hujan jam – jaman. Curah hujan jam - jaman metode mononobe

Tabel. Curah hujan rancangan dengan kala ulang 2 – 100 tahun

T	R24 CURAH HUJAN RANCANGAN (mm)					
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
Ja m	93,54 2	112,52 2	124,70 9	139,79 7	150,88 3	161,90 2
1	32,42 9	39,009	43,234	48,465	52,308	56,128
2	20,42 9	24,574	27,236	30,531	32,952	35,358
3	15,59 0	18,754	20,785	23,299	25,147	26,984

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisa Penampang Sungai

Untuk mengetahui seberapa besar debit yang dihasilkan ketika hujan turun dengan bervariasi nilai curah hujannya dilakukan analisa penampang sungai. Lokasi sungai dalam penelitian ini adalah sungai Dinoyo yang terletak di Desa Glagahwero Kecamatan Panti



Gambar 10. Lokasi Penelitian (DAS Dinoyo)

Dari hasil pengamatan didapatkan perhitungan berikut ini :

Diket :

Elevasi di hulu : + 1969

Elevasi di hilir: + 76

Panjang sungai utama (1): 23.358,90 m

Tinggi air (h): 2 m

Lebar dasar (b): 19,7 m

Tinggi jagaan: 1 m (karena $Q > 15 \text{ m}^3/\text{dt}$)

Kemiringan talud (m): 2 (karena Kedalaman air + tinggi jagaan (D) > 2

Kemiringan dasar saluran(S): 0,002

Koefisien kekasaran strickler (k): 45 (karena $Q > 10 \text{ m}^3/\text{dt}$)

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{➤ } A &= (b + m \cdot h) h \\ &= (19,7 + 2 \cdot 2) \times 2 \\ &= 47,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } i &= \frac{\Delta h}{L} \\ &= \frac{1969 - 76}{23.358,90} \\ &= 0,081 \end{aligned}$$

- $P = b + 2 \cdot h \cdot (\sqrt{m^2 + 1})$
 $= 19,7 + 2 \cdot 2 \cdot (\sqrt{2^2 + 1}) = 28,64 \text{ m}$
- $R = A / P = 47,4 / 28,64 = 1,654 \text{ m}$
- $V = k \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$
 $= 45 \cdot 1,654^{2/3} \cdot 0,081^{1/2}$
 $= 2,815 \text{ m/dt}$
- $Q = V \cdot A$
 $= 2,815 \times 47,4$
 $= 133,454 \text{ m}^3/\text{dt}$

Tabel. Tinggi hujan harian rata – rata pada tiap stasiun hujan

No.	Durasi hujan (jam)	Sta. Karang Anom	Sta. Pono	Sta. Klatakan	Tinggi Hujan Harian Rata-Rata (mm/hari)
1	2	3	4	5	6
1	1	0	0	0	0,00
2	1	0	25	25	16,67
3	1	25	25	25	25,00
4	1	25	50	50	41,67
5	1	50	50	50	50,00
6	1	50	75	75	66,67
7	1	75	75	75	75,00
8	1	75	100	100	91,67
9	1	100	100	100	100,00
10	1	105	107	178	130,00

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel. Intensitas hujan rata – rata pada tiga stasiun hujan

No	Durasi hujan (Jam)	Sta. Karang Anom	Sta. Pono	Sta. Klatakan	Intensitas hujan Sta. Karang Anom	Intensitas hujan Sta. Pono	Intensitas hujan Sta. Klatakan	Intensitas Hujan Rata-rata (mm/jam)	Intensitas Hujan Rata-rata (mm/jam)
1	1	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	1	0	25	25	0,00	8,67	8,67	17,33	0,01
3	1	25	25	25	8,67	8,67	8,67	26,00	0,01
4	1	25	50	50	8,67	17,33	17,33	43,34	0,02
5	1	50	50	50	17,33	17,33	17,33	52,00	0,03
6	1	50	75	75	17,33	26,00	26,00	69,34	0,04
7	1	75	75	75	26,00	26,00	26,00	78,00	0,04
8	1	75	100	100	26,00	34,67	34,67	95,34	0,05
9	1	100	100	100	34,67	34,67	34,67	104,00	0,06
10	1	105	107	178	36,40	37,09	61,71	135,21	0,08

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel. Pemberian status kebencanaan berdasarkan tinggi air

No.	Durasi hujan (Jam)	Sta. Karang Anom	Sta. Pono	Sta. Klatakan	Debit Banjir (m ³ /det)	Tinggi Air (m)	Kecepatan Aliran (m/det)	Kon disisi
1	1	0	0	0	0,00	0,163	0,587	(Aman)
2	1	0	25	25	20,21	0,490	1,177	(Waspada)
3	1	25	25	25	30,32	0,643	1,388	(Siaga)
4	1	25	50	50	50,53	0,930	1,725	(Banjir)
5	1	50	50	50	60,64	1,065	1,863	(Banjir)
6	1	50	75	75	80,85	1,315	2,098	(Banjir)
7	1	75	75	75	90,96	1,432	2,199	(Banjir)
8	1	75	100	100	111,17	1,651	2,376	(Banjir)
9	1	100	100	100	121,28	1,752	2,453	(Banjir)
10	1	105	107	178	157,66	2,080	2,686	(Banjir)

Sumber : Hasil perhitungan

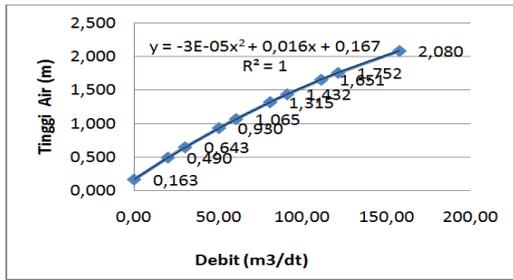
Dengan :

- Aman = Debit air kurang dari 10 m³/dt
- Waspada = Debit air kurang dari 30 m³/dt
- Siaga = Debit air kurang dari 40 m³/dt
- Banjir = Debit air lebih besar dari 50 m³/dt

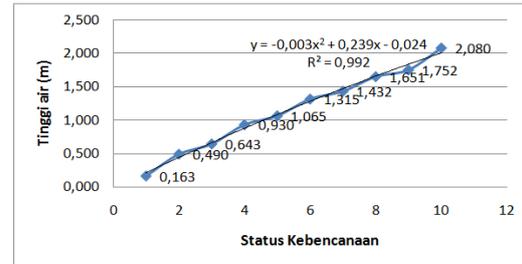
Keterangan kolom :

1. = nomor urut data
2. = lamanya hujan (jam)
3. = stasiun Hujan Karang Anom
4. = stasiun Hujan Pono
5. = stasiun Hujan Klatakan
6. = debit Banjir didapatkan dari konversi curah hujan harian rata – rata kedalam perhitungan dengan metode Hidrograf Banjir Nakayasu
7. = tinggi air sungai
8. = kecepatan pada aliran sungai
9. = status kebencanaan sungai apakah termasuk kedalam status aman, waspada, siaga, ataupun banjir

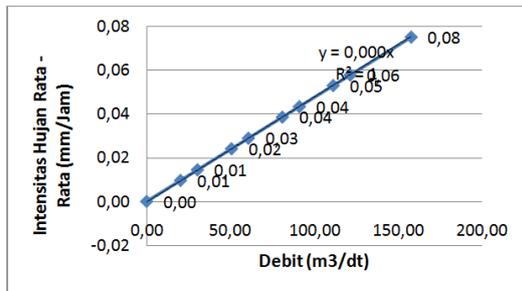
Dari hasil diatas kita dapat mengetahui beberapa persamaan, diantaranya :



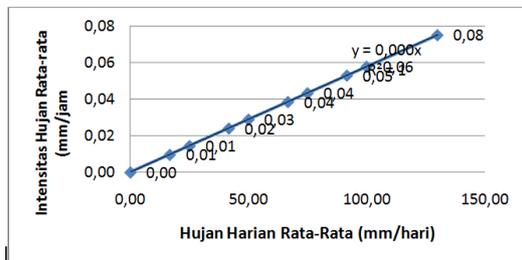
Gambar 11. Grafik hubungan antara tinggi air dan debit banjir



Gambar 15. Grafik hubungan antara tinggi hujan dan status bencana II



Gambar 12. Grafik hubungan antara intensitas hujan rata – rata dan debit banjir



Gambar 13. Grafik hubungan antara intensitas hujan harian rata – rata dan hujan harian rata – rata



Gambar 14. Grafik hubungan antara tinggi hujan dan status bencana I

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil bahwa sungai dapat menampung air dengan maksimal debit sebesar 133,454 m³/dt dan dari hasil pengolahan data, debit yang dihasilkan pada saat banjir bandang di Kecamatan Panti pada tanggal 1 Januari adalah sebesar 157,66 dalam status kebencanaan yang diperoleh adalah banjir.

INTEGRASI DENGAN SISTEM SENSOR

Pada saat hujan, Air hujan akan masuk melalui permukaan corong yang digunakan untuk menakar/ menangkap air hujan, kemudian mengalir untuk mengisi salah satu bucket. Setiap jumlah air hujan yang masuk sebanyak 0.5 mm. atau sejumlah 20 ml maka bucket akan berjungkit, dimana bucket yang satunya akan terangkat dan menerima air hujan yang akan masuk berikutnya secara bergantian.



Tipping Bucket

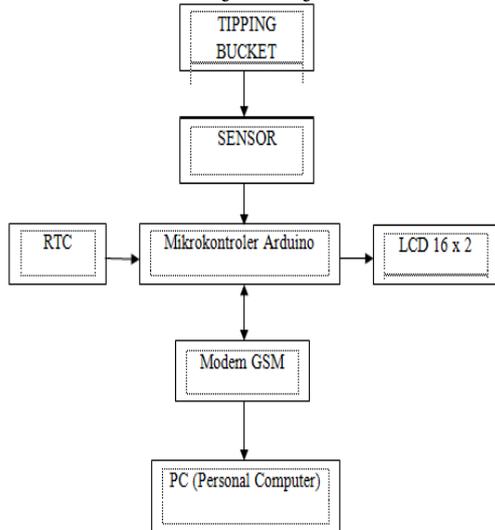
Alat sensor yang ada di Universitas Muhammadiyah Jember di setting untuk mengirimkan sms sebanyak satu kali berupa jumlah hujan setiap detik ke 10. Sensor yang digunakan pada alat ini adalah sensor magnet. Sensor ini akan berfungsi saat dipicu oleh besi yang berada di sekitar jungkat – jungkit/ tipping bucket dan tempat sensor.



Sensor Magnet



Tampilan LCD Mikrokontroler pada saat tidak terjadi hujan



Skema susunan alat sensor



Sensor hujan

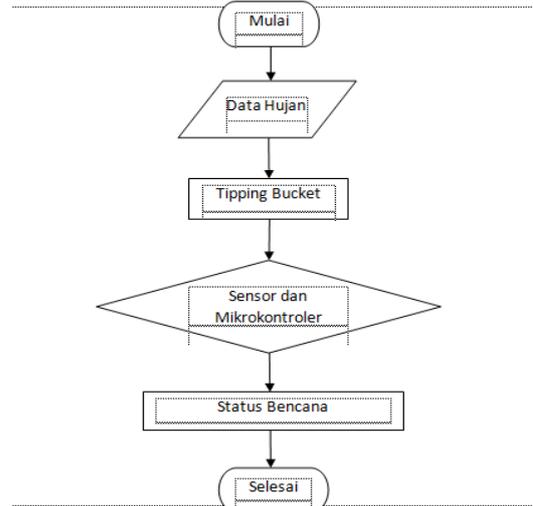


Diagram alir cara kerja alat sensor

SISTEM INFORMASI BENCANA

Dari sistem ini akan disajikan data hasil pengukuran hujan di semua stasiun hujan yakni di Sta. Karang Anom, Sta. Pono dan Sta. Klatakan. Dari hasil analisis sensor akan keluar atau dihasilkan status bencana yang terjadi pada saat itu. Sensor ini akan dipasang bersebelahan atau bersama dengan alat penakar hujan yang telah ada sebelumnya.

Bentuk tampilan sistem informasi bencana terdapat empat macam, yakni tampilan dengan kondisi kebencanaan aman, kondisi kebencanaan waspada, kebencanaan siaga dan kondisi kebencanaan banjir. Adapun bentuk tampilan dari sistem informasi bencana akan ditampilkan pada gambar berikut :



Tampilan sistem pada saat kondisi kebencanaan aman



Tampilan sistem pada saat kondisi kebencanaan waspada



Tampilan sistem pada saat kondisi kebencanaan siaga



Gambar. Tampilan sistem pada saat kondisi kebencanaan banjir

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari seluruh tahapan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa :

1. Dari hasil penelitian di tiga stasiun hujan, yaitu sta. Karang Anom, Sta. Pono dan Sta. Klatakan dengan panjang sungai utama 23.358,90 m yang terdapat di Kecamatan Panti didapatkan nilai intensitas hujan rata – rata pada tanggal 1 Januari 2006 adalah 0,08 mm/jam. Hasil perhitungan dengan menggunakan Hidrograf Banjir metode Nakayasu didapatkan debit air adalah sebesar 157,66 m³/dt.
2. Hasil perhitungan dengan menggunakan Hidrograf Banjir metode Nakayasu didapatkan debit air adalah sebesar 157,66

m³/dt, tinggi air sebesar 2,080 m, kecepatan aliran 2,686 m/dt dengan status kebencanaan “BANJIR”. Jadi banjir bandang pada tanggal 1 Januari 2006 terjadi karena daya tampung dari sungai mengalami kelebihan kapasitas dari debit sungai normal.

3. Dengan mengintegrasikan data dan hasil perhitungan dengan sensor peringatan dini banjir didapatkan status kebencanaan yang disandang pada saat itu.

Saran

Adapun saran yang diberikan mengenai sistem informasi yang telah dihasilkan yaitu memodifikasi ulang model tipping bucket yang di gunakan dalam penelitian ini. Hal ini dikarenakan alat penakar hujan yang digunakan memiliki penampang yang pendek. Ketika hujan turun, maka air yang turun tidak akan terekam sepenuhnya oleh mikrokontroler arduino karena ada hujan yang keluar.

Untuk kedepannya sistem informasi ini masih memerlukan pengembangan lebih lanjut agar sistem informasi terhadap bencana lebih canggih dan akurat ketika digunakan di lapangan. Untuk penggunaan data, stasiun acuan dapat ditambahkan agar dapat mengetahui intensitas hujan secara merata sehingga dapat mengetahui pengaruh hujan pada masing – masing sub daerah aliran sungai (DAS) dengan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta, Andi
- Rizal, Nanang Saiful. 2014. *Aplikasi Perencanaan Irigasi Dan Bangunan Air*. LPPM. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Rizal, N. S. 2011. *Kajian Model Hidrograf Banjir Rencana Pada Daerah Aliran Sungai (DAS)*. Studi Kasus Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung Kabupaten Jember.
- Anonim. 1986. Standar Perencanaan Irigasi KP – 03. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Soemarto CD. 1995. Hidrologi Teknik Edisi Ke-2. Jakarta, Erlangga
- Motarcih, Lily. 2009. Hidrologi Teknik Terapan. Malang, Cv Ansrori

- BPBD. 2012, Kebijakan Pemerintah Daerah dalam Penanggulangan Bencana yang Berbasis Masyarakat”, laporan tidak terbit. Jember. BPBD Jember
- DPU. Pedoman. RPT 1. Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. Pengendalian pemanfaatan ruang di kawasan rawan bencana banjir.
- Andrianto, Heri. 2013. Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega16 Menggunakan Bahasa C. Bandung. Informatika Bandung
- <http://id.wikipedia.org/wiki/banjir> (diakses pada 10 Februari 2015, Pukul 22.24)
- <http://id.wikipedia.org/wiki/sensor> (diakses pada 25 Juli 2015, Pukul 18.33)
- <http://www.ilmusipil.com/alat-pengukuran-hujan> (diakses pada 02 September 2015 , Pukul 10: 21)